

Rec'd PCT/PTO 31 JAN 2005

PCT/JP 03/09734

10/523267

31.07.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 8 月 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 2 4 5 3 0
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 2 4 5 3 0]

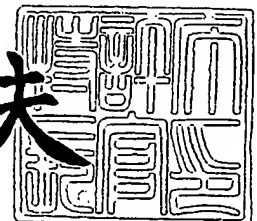
出 願 人
Applicant(s): 株式会社ニコン

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 NK14510000
【提出日】 平成14年 8月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 26/08
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

【氏名】 石津谷 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社 ニコン

【代表者】 嶋村 輝郎

【代理人】

【識別番号】 100084032

【弁理士】

【氏名又は名称】 三品 岩男

【電話番号】 045(316)3711

【選任した代理人】

【識別番号】 100104570

【弁理士】

【氏名又は名称】 大関 光弘

【電話番号】 045(316)3711

【選任した代理人】

【識別番号】 100102820

【弁理士】

【氏名又は名称】 西村 雅子

【電話番号】 045(316)3711

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011992

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117772

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体構造素子およびその製造方法、光スイッチ、マイクロデバイス

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された立体構造体とを有し、
前記立体構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が設けられ、該ダミー領域には、ダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とする立体構造素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の立体構造素子において、前記ダミー構造体は、前記基板と対向する部分の形状が、前記立体構造体と同じ形状であることを特徴とする立体構造素子。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の立体構造素子において、前記ダミー構造体は、少なくとも 1 以上の箇所を前記基材に固定するための支柱を有することを特徴とする立体構造素子。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の立体構造素子において、前記ダミー構造体は、前記ダミー領域を覆う薄膜と、該薄膜と前記基材との間に配置された複数の支柱とを有することを特徴とする立体構造素子。

【請求項 5】

光導波路基板と、変位可能な反射鏡を備えた立体構造素子基板とを有する光スイッチであって、

前記立体構造素子基板は、基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された立体構造体とを有し、

前記立体構造体は、前記反射鏡と、前記反射鏡を搭載した変位部とを含み、該変位部は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が設けられ、該ダミー領域には、ダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 6】

変位可能な薄膜立体構造体を備えたマイクロデバイスであって、

基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された前記薄膜立体構造体とを有し、

前記薄膜立体構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が設けられ、該ダミー領域には、薄膜製のダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項 7】

基板上の予め定めた有効領域に犠牲層と所定の形状の薄膜立体構造体とを形成するとともに、前記有効領域を取り囲むダミー領域に犠牲層と所定の形状の薄膜ダミー構造体とを形成する工程と、

前記有効領域および前記ダミー領域の前記犠牲層をドライプロセスにより除去する工程とを含むことを特徴とする立体構造素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、犠牲層を用いてシリコンウエハなどの基材上に高精度に形成された立体構造を有する素子、および、その製造方法に関し、特に、犠牲層を用いて形成された光スイッチおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、シリコンウエハなどの基材上に犠牲層を形成して、その上に所望の形状にパターニングされた薄膜構造体を形成し、その後犠牲層を取り除くことで所望の立体構造体を形成する方法が注目されている。この方法は、微小な立体構造を精度良く、しかも、高密度に多数形成することが可能であるため、例えば空間光変調素子などの製造に適している。

【0003】

このような犠牲層を用いる立体構造体の製造方法において、基材と薄膜構造体との間にある犠牲層を取り除く方法としては、フッ化水素酸水溶液などのウェットエッチング用溶液を用いることが特開2001-13426号および特開2001-129798号等の開示されている。しかしながら、フッ化水素酸水溶液のように溶媒として水を使用しているエッチング用溶液は、エッチング時に水分子が薄膜構造体に付着し、水分子の表面張力によって薄膜構造体が基材に付着する現象が生じやすい。微小な薄膜構造体がいったん基材に付着すると、これを剥がすのは容易ではなく、乾燥工程後も薄膜構造体が基材に付着したままの形状となって所望の立体形状を得ることができない場合がある。特に、可動部を含む立体形状の薄膜構造体を形成する場合、薄膜構造体が基材に張り付くと、可動部の機能を果せなくなる。

【0004】

一方、犠牲層を取り除く別の方法としては、アッシング等のドライプロセスによって犠牲層を除去する方法が提案されている。例えばアッシングを用いる場合、犠牲層としては有機レジスト膜を用いることが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述のアッシング等のドライプロセスを用いる犠牲層除去方法によれば、水分子が薄膜構造体や基材に付着しないので、薄膜構造体が基材に張り付くことを防ぐことができる。しかしながら、発明者らの実験によると、アッシングを用いる除去方法は、同じ基材上であっても、犠牲層が薄膜構造体と基材との間に挟まれ

ている領域と、基材上に犠牲層だけが露出している領域とで、大きな温度差が生じていることがわかった。具体的には、基材上に犠牲層だけが露出している領域は、アッシング時に数百度の高温に達しているのに対し、犠牲層が薄膜構造体と基板との間に挟まれている領域はそれほどの温度が上昇しない。

【0 0 0 6】

このように大きな温度分布が生じる理由は、反応速度の分布にあると推測される。すなわち、犠牲層が、薄膜構造体と基板との間に挟まれている部分は、アッシング時に供給するガスが基板と薄膜構造体との間に回り込みながら反応するため、反応がゆっくり進むのに対し、基材上に犠牲層だけが搭載されている部分では、ガスが犠牲層の上面全体から接触して一気に反応するため反応速度が大きく、急激に反応熱が生じる。この反応熱により、基材上に犠牲層だけが搭載されている部分ではアッシング時に温度が数百度に達するため、薄膜構造体の成膜時の基板温度や熱処理温度よりも高温になる場合がある。一方、犠牲層が薄膜構造体と基板との間に挟まれている部分では、それほど高温にはならない。

【0 0 0 7】

このため、例えば、基材上の一部の有効領域に複数の薄膜構造体が緻密に配列され、その周辺領域には基材が露出される形状の素子の場合、周辺領域のアッシング時に生じる高熱が、有効領域の周辺部に伝導し、高温の熱処理を施された状態になる。これにより、有効領域において、周縁部の薄膜構造体と中央部の薄膜構造体とで、薄膜の残留応力に差が生じ、薄膜構造体の形状にばらつきが生じたり、残留応力による撓みを利用する薄膜構造体の撓み量にばらつきが生じるという問題が発生する。撓み量にばらつきが生じると、薄膜構造体を変位させる駆動部が、撓み量ごとに駆動信号を変化させる必要が生じ、制御系が複雑となる。

【0 0 0 8】

本発明の目的は、複数の立体構造体を備えた立体構造素子であって、立体構造体の形状にばらつきを生じさせることなく一様に形成することのできる構成を提供することにある。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、以下のような立体構造素子が提供される。

【0 0 1 0】

すなわち、基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された立体構造体とを有し、

前記立体構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が配置され、該ダミー領域には、ダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とする立体構造素子である。

【0 0 1 1】

上記立体構造素子において、前記ダミー構造体は、前記基板と対向する部分の形状を、前記立体構造体と同じ形状にすることができる。

【0 0 1 2】

上記立体構造素子において、前記ダミー構造体は、少なくとも 1 以上の箇所を前記基材に固定するための支柱を有する構成にすることができる。

【0 0 1 3】

上記立体構造素子において、前記ダミー構造体は、前記ダミー領域を覆う薄膜と、該薄膜と前記基材との間に配置された複数の支柱とを有する構成にすることができる。

【0 0 1 4】

また、本発明によれば、以下のような光スイッチが提供される。

【0 0 1 5】

すなわち、光導波路基板と、変位可能な反射鏡を備えた立体構造素子基板とを有する光スイッチであって、

前記立体構造素子基板は、基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された立体構造体とを有し、

前記立体構造体は、前記反射鏡と、前記反射鏡を搭載した変位部とを含み、該

変位部は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が配置され、該ダミー領域には、ダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とする光スイッチである。

【0016】

また、本発明によれば、以下のようなマイクロデバイスが提供される。

【0017】

変位可能な薄膜立体構造体を備えたマイクロデバイスであって、

基板と、前記基板上の予め定めた有効領域に配置された前記薄膜立体構造体とを有し、

前記薄膜立体構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有し、

前記基板には、前記有効領域を取り囲むようにダミー領域が配置され、該ダミー領域には、薄膜製のダミー構造体が配置され、該ダミー構造体は、前記基板との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有することを特徴とするマイクロデバイスである。

【0018】

また、本発明によれば、以下のような立体構造素子の製造方法が提供される。

【0019】

すなわち、基板上の予め定めた有効領域に犠牲層と所定の薄膜立体構造体を形成するとともに、前記有効領域を取り囲むダミー領域に犠牲層と所定の薄膜ダミー構造体を形成する工程と、

前記有効領域および前記ダミー領域の前記犠牲層をドライプロセスにより除去する工程とを含むことを特徴とする立体構造素子の製造方法である。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0021】

本実施の形態の立体構造素子は、基板11と、基板11の中央部に設けられた有効領域20と、有効領域20を取り囲むダミー領域21と、その周囲の非有効領域22とを有する。

【0022】

有効領域20には、複数の立体構造体1が、16個×16個で縦横に配列して配置されている(図1では、図示の都合上、8個×8個で示している)。立体構造体1は、図2(a)にその上面図を、図3に断面図を示したように、カンチレバー状の変位部13と、変位部13の一端に搭載された反射鏡2とを有する。変位部13は、材料の異なる2枚の薄膜を積層した構成であり、反射鏡2を搭載している端部とは反対側の端部に2つの脚部52を備えている。2つの脚部52は、基板11に固定されている。変位部13は、外部から力を受けていない状態では、変位部13を構成する薄膜の内部応力により、図3のように湾曲し、反射鏡2を基板11から離れた位置に持ち上げた状態となる。また、変位部13には不図示の配線パターン層が形成されている。基板11には、変位部13の脚部52が接する位置に配線パターン層58が配置され、変位部13の配線パターン層と電氣的に接続され、変位部13の配線パターン層に電流を流す構成となっている。一方、基板11上であって、反射鏡2の下部に位置する部分には、磁界を発生させるための配線パターン層16が配置されている。このような構成により、変位部13の配線パターン層に電流を流すとともに、配線パターン層16に電流を流して磁界を発生させることにより、ローレンツ力により、変位部13を基板11に引き寄せることができ、反射鏡2を基板11の位置まで引き下げることができる。

【0023】

基板11上のダミー領域21には、図1に示したように、複数のダミー構造体33が配置されている。このダミー構造体33は、後述する製造方法の犠牲層の除去工程において、ダミー領域21が高温になるのを防ぐために配置されている。ダミー構造体33は、立体構造体1の変位部13と同じ形状であり、変位部13の脚部52と同様の脚部352を有する。また、ダミー構造体33は、有効領

域 20 における立体構造体 1 と同じピッチで縦横に配列されている。ただし、ダミー構造体 33 は、構成を簡単にするために、反射鏡 2 および配線パターン層は形成されていない。なお、図 1 では、立体構造体 1 およびダミー構造体 33 を見分けやすくするために、便宜上図中にそれぞれドット模様とハッチングを付しているが、図 1 は、これらの上面形状を示している。

【0024】

一方、基板 11 上の非有効領域 22 には、立体構造体 1 およびダミー構造体 33 は配置されていない。図示していないが配線パターン層 58, 16 が引き回しのために配置されている。

【0025】

つぎに、本実施の形態の立体構造素子の製造方法について、図 6 (a) ~ (g) を用いて説明する。

【0026】

本実施の形態では、基板 11 として、ウエハ状のシリコン基板を用い、図 1 の立体構造素子を 2 次元的に多数配列して形成し、最後に切り出すことにより完成させる。以下の説明で用いる図 6 (a) ~ (g) には、一つの立体構造素子の一つの立体構造体 1 の断面部分のみ示しているが、成膜、フォトリソグラフィ、エッチング等の処理は、ウエハ状の基板 11 全体に施される。

【0027】

まず、ウエハ状の基板 11 の上面全体に熱酸化法によってシリコン酸化膜 57 を形成し、その上に、配線パターン層 58 および配線パターン層 16 となる A1 膜を成膜し、フォトリソグラフィおよびエッチングによりそれぞれの形状にパターニングする (図 6 (a))。この状態のウエハ状の基板 11 の上面全体に犠牲層 80 となるレジスト層を塗布およびベークにより形成し、脚部 52 となる位置に開口 80a をフォトリソグラフィとエッチングにより形成する (図 6 (b))。

【0028】

つぎに、図 6 (b) に示す状態のウエハ状の基板 11 の全面に犠牲層となるレジスト層 81 を塗布およびベークにより形成し、フォトリソグラフィとエッチン

グにより、脚部 52 の位置の周囲および反射鏡 2 が搭載される位置に所定の形状に島状に残す（図 6（c））。この島状の犠牲層 81 は、変位部 13 に図 3 のような段差 59, 158 を形成するために配置される。段差 59, 158 を形成することにより、変位部 13 の強度を高めることができる。

【0029】

つぎに、図 6（d）～（f）の工程により、Al 膜 73、SiN 膜 71、Al 膜 72 により、有効領域 20 に変位部 13 及び脚部 52 を形成し、ダミー領域 21 に変位部 13 と同じ構造のダミー構造体 33 を形成する。本実施の形態では、図 3 に示したように変位部 13 を、上向きに反る基部 61 と下向きに反る先端部 62 とそれらの接続部 63 の 3 つの部分からなるようにしている。このように基部 61 と先端部 62 の反りの方向を逆向きにすることにより、脚部 52 から変位部 13 の先端までの距離が長くても、先端と基板 11 との間隔を小さくすることができる。これにより、小さなローレンツ力で反射鏡 2 を持ち上げた位置から基板 11 に引き寄せた位置に切り換えることが可能である。基部 61 は、膜の内部応力により上反りを実現するために、基板 11 側から SiN 膜 71 と Al 膜 72 とを積層した構成である。逆に、先端部 62 は、下反りを実現するために、基板 11 側から Al 膜 73 と SiN 膜 71 とを積層した構成である。接続部 63 は、これらの膜が一部重なるように構成する。脚部 52 は、基部 61 と一体に形成する。なお、Al 膜 73, 72 と SiN 膜 71 を成膜する際には、それぞれの膜の内部応力を制御するために、基板 11 を予め定めた温度に加熱する。

【0030】

具体的な手順を説明する。、ウエハ状の基板 11 全体に、先端部 62 の Al 膜 73 となる Al 膜を蒸着又はスパッタ法等により成膜したのち、有効領域 20 の変位部 13 およびダミー領域 21 のダミー構造体 33 のそれぞれの先端部 62 と接続部 63 の形状となるように、フォトリソグラフィとエッチング法によりパターンニングする（図 6（d））。つぎに、基部 61 および先端部 62 の SiN 膜 71 となる SiN 膜をプラズマ CVD 法等によりウエハ状の基板 11 の全面に成膜した後、フォトリソグラフィとエッチング法によりパターンニングし、変位部 13 とダミー構造体 33 の基部 61 および脚部 52、ならびに、先端部 62 の形状に

する(図6(d))。このとき、脚部52となる開口80aの底の位置において、SiN膜71に開口を設ける。これにより、つぎに形成するA1膜72と配線パターン層58とが接続されるようにする。さらに、基部61のA1膜72となるA1膜をウエハ状の基板11全面に成膜した後、パターニングし、変位部13とダミー構造体33の基部61および脚部52、ならびに接続部63の形状にする(図6(f))。以上により、基部61のA1膜72と先端部62のA1膜73が接続部63で重なりあった形状の変位部13および脚部52が形成される。

【0031】

つぎに、ウエハ状の基板11の全面に犠牲層82となるレジスト層を厚塗りしベークした後、反射鏡2を形成すべき位置に反射鏡2の形状の開口を、露光、現像の手法により形成する。その後、電解めっきにより、AuまたはNiまたはその他の金属を成長させ、開口を充填する。これにより、反射鏡2を形成する。

【0032】

以上の工程により、ウエハ状の基板11のそれぞれの立体構造素子において、有効領域20およびダミー領域21の部分は、図6(f)のように、犠牲層80と犠牲層82との間に、変位部13およびダミー構造体33が挟まれた構造となる。一方、非有効領域22の部分は、犠牲層80と犠牲層82とが直接積層された構造となる。

【0033】

この状態でウエハ状の基板11のそれぞれの立体構造素子の境界にダイシング等により溝状の切り込みを入れる。この切れ込みは、基板11を完全に切断するものではなく、溝状であるので、基板11の形状は、ウエハ状のまま維持されている。

【0034】

つぎに、プラズマアッシングにより、犠牲層80と犠牲層82ならびに犠牲層81を除去する。これにより、有効領域20の変位部13及びダミー領域21のダミー構造体33は、図3のように基板11から立ち上がり、立体構造となる。

【0035】

プラズマアッシング工程では、犠牲層80、82ならびに犠牲層81と、プラ

ズマとの反応により反応熱が発生する。特に、非有効領域 22 は、犠牲層 80 と犠牲層 82 とが直接重なっているため、プラズマとの反応が上面全体から基板 11 に達するまで急速に進み、アッシングレートが速い。このため、非有効領域 22 において急激に反応熱が発生し、高温になる。これに対し、有効領域 20 およびダミー領域 21 は、犠牲層 80 と犠牲層 82 との間に、変位部 13 とダミー構造体 33 が挟まれているため、上側の犠牲層 82 がプラズマとの反応で除去された後は、変位部 13 やダミー構造体 33 の隙間からプラズマが徐々に回り込みながら犠牲層 80、81 と反応する。よって、有効領域 20 およびダミー領域 21 の反応速度は、非有効領域 22 と比較すると小さく、温度はそれほど上がらない。発明者らが実験により基板の温度分布を調べたところ、図 7 に示したように、非有効領域 22 については数百度の高温になり、変位部 13 を構成する A1 膜 73、72 および SiN 膜 71 の成膜時の基板温度よりも高温になっていた。一方、有効領域 20 およびダミー領域 21 の温度は、成膜時の基板温度よりも低かった。

【0036】

また、ダミー領域 21 が非有効領域 22 と接する部分には、高温の非有効領域 22 の熱が伝導し、ダミー領域 21 内に温度分布が生じていたが、有効領域 20 までは非有効領域 22 の熱は伝導しておらず、一様な温度分布であった。このように、ダミー領域 21 を設け、ダミー領域 21 の温度上昇を防ぐことにより、非有効領域 22 で生じた高温の熱が、有効領域 20 に伝導するのを防ぐことができる。これにより、アッシング工程において、有効領域 20 内の変位部 13 を構成する A1 膜 73、72 および SiN 膜 71 は一様に、成膜時より高温にはならないため、有効領域 20 内の 16 個×16 個の変位部 13 の内部応力は、成膜時に基板温度でコントロールされた状態に保たれる。よって、16 個×16 個の変位部 13 の反りの形状がばらつくことなく、すべて所定の立体構造に形成することができる。なお、ダミー領域 21 の幅は、本実施の形態では、およそ 500 μm 程度の幅を持つようにしている。この程度の幅を持たせることで、非有効領域 22 で生じた熱が有効領域 20 に大きく伝導しないようにしている。

【0037】

最後に、ウェハ状の基板 11 を立体構造素子の境界の溝の位置で割ることにより、個々の立体構造素子を完成させることができる。なお、アッシング工程の前に、ダイシング等により個々の立体構造素子ごとに基板 11 を切り離し、1 個 1 個の立体構造素子について、アッシング工程を施す手順にすることも可能である。

【0038】

なお、本実施の形態の図 1 の構成の場合、非有効領域 22 の一部がダミー領域 21 に割り当てられるので、アッシング時に大きく発熱する面積を小さくすることができ、ダミー領域 21 がない場合と比較して、ウェハ上で温度の高い部分と温度の低い部分との差が小さくなる。よって、非有効領域 22 で発生した熱が、有効領域 20 にさらに伝搬しにくくなるため、均一な形状の立体構造体 1 を有効領域全面で製造し易くなる。

【0039】

比較例として、ダミー領域 21 を備えない構造の立体構造素子を図 10 (a) のように作成し、アッシング時の温度分布を調べたところ、図 10 (b) のようになっていた。図 10 (a) の比較例の構成の場合、非有効領域 22 の面積が大きいため、非有効領域 22 の温度は、図 7 (b)、図 10 (b) に示したように、本実施の形態の非有効領域 22 の温度よりも高くなる。また、比較例の場合、非有効領域 22 と有効領域 20 とが直接接触しているため、有効領域 20 の外周部分 (図 10 (b) の領域 A) に非有効領域 22 の熱が伝導し、有効領域 20 内に温度分布が生じている。このため、有効領域 20 の領域 A は、成膜時の基板温度より高温に熱せられ、変位部 13 を構成する膜の内部応力が変化してしまうため、有効領域 20 の 16 個×16 個の変位部 13 の立体形状にばらつきが生じていた。したがって、有効領域 20 内でも場所によって変位部 13 の形状が異なってしまう、有効領域 20 内に全面に渡って、同じ形状の立体構造体 1 ができなくなってしまう。

【0040】

なお、犠牲層の除去方法は、プラズマアッシングに限定されるものではなく、イオンアッシングやドライエッチング等を用いることが可能である。この場合も

、有効領域と非有効領域の境界にダミー領域を設けることにより、有効領域に非有効領域の反応熱が伝導するのを防ぐことができる。

【0041】

本実施の形態の立体構造素子は、図5のように光導波路193、194等の複数の光導波路が形成された光導波路基板190と重ねることにより、光スイッチを構成することができる。図5には、光導波路基板190の一部しか示していないが、光導波路基板190には光導波路193、194等の多数の光導波路が、一定の間隔で菱形の格子状に交差するように配置され、光導波路が交差する点には、これを横切るように、溝196が形成されている。基板11上に16個×16個に配置された立体構造体1のピッチは、光導波路基板190の光導波路の交差する点の間隔と一致するように定められている。よって、立体構造素子と光導波路基板190とを位置合わせして重ねることにより、立体構造体1の反射鏡2をそれぞれ、光導波路基板190の光導波路の交差する位置の溝196に、図4(a)のように挿入することができる。これにより、例えば、図5の構成の場合、光導波路193を伝搬してきた光は、端面193bから出射され、反射鏡2で反射され、光導波路194の端面194aに入射させることができる。一方、立体構造体1の変位部13をローレンツ力により、図4(b)のように引き下げることにより、反射鏡2を溝196から取り出し、例えば、光導波路193を伝搬してきた光をそのまま直進させることができる。このように、配線パターン層58、16に流す電流を制御することにより、反射鏡2により光の進行方向をスイッチングする光スイッチを実現することができる。

【0042】

ところで、上述の実施の形態では、ダミー構造体33の膜構成を、変位部13と同じくA1膜73、72およびSiN膜71の積層構造としているが、ダミー構造体33は、アッシング時のダミー領域21の反応速度を有効領域20の反応速度と同程度にすることができればよいため、いずれか1層でダミー構造体33を構成することが可能である。

【0043】

また、ダミー構造体のパターン形状は、変位部13と同じでなくてもよく、図

8 (a)、(b) のダミー構造体 34 のように立体構造体 1 の変位部 13 を何枚かを連続させた形状とし、変位部 13 よりも大きなものにすることができる。図 8 の例では、アッシング時にダミー構造体 34 が基板 11 と密着したり、大きくめくれ上がって基板 11 側の犠牲層 80 がアッシングされやすくなったりすることを防ぐために、ダミー構造体 34 の周辺部に複数箇所、基板 11 に固定するための支柱 35 を形成している。この支柱 35 は、変位部 13 の脚部 52 と同様の構成であり、ダミー構造体 34 を構成する薄膜と一体に形成することができる。このように、ダミー構造体 34 を配置することにより、先に述べたダミー構造体 33 と同様に、ダミー領域 21 のアッシングレートを有効領域 20 内におけるアッシングレートとほぼ同じにする作用があるので、有効領域 20 内における温度分布はほぼ一定にすることができる。なお、この例でもダミー領域の幅は $500\mu\text{m}$ とした。

【0044】

また、ダミー構造体のさらに別の構成の例を、図 9 を用いて説明する。図 9 のダミー構造体 36 は、有効領域 20 の周辺部のダミー領域 21 を全て連続した一枚の薄膜で覆うものである。これにより、アッシングレートを非有効領域 22 より小さくした例である。図 9 のダミー構造体 36 においても、一定の間隔で支柱 35 が複数配置されており、ダミー構造体 36 がアッシング時に基板 11 と密着したり、大きくめくれ上がって基板 11 側の犠牲層 80 がアッシングされやすくなったりすることを防いでいる。なお、図 9 の例では、ダミー領域 22 の幅は、ほぼ 1mm とした。

【0045】

このように、本実施の形態においてはダミー領域 21 に形成するダミー構造体の形状は自由であり、犠牲層 80 を覆うことにより、アッシングレートを非有効領域 22 よりも小さくすることができればよい。よって、その形状や寸法などは、自由に選択できる。

【0046】

上述してきたように、本発明によれば、有効領域 20 の外側に接するように、ダミー構造体が備えられたダミー領域 21 を配置しているので、アッシングプロ

セス中も、ダミー領域 2 1 の温度は、非有効領域 2 2 に比べて上昇せず、有効領域 2 0 における温度と大差ない。よって、完成後の有効領域 2 0 内の立体構造素子 1 は、残留応力に分布が無く、犠牲層除去後のその撓み量は均一になる。また、このような立体構造素子を用いて光スイッチを構成することにより、複数のスイッチング機構がほぼ同じ制御信号で制御可能となる。

【0 0 4 7】

なお、本実施の形態では、立体構造素子として、有効領域 2 0 に多数の立体構造体 1 が 2 次元的に配列されたものを示したが、本発明は、この構成に限定されるものではなく、有効領域 2 0 全体に一つの立体構造体が配置された形状についても有効である。

【0 0 4 8】

また、本実施の形態のように、所望の形状の立体構造体を備えた立体構造素子を用いて、赤外線センサやデジタルミラーデバイス等のように、光スイッチ以外のマイクロデバイスを構成することができる。

【0 0 4 9】

【発明の効果】

本発明によれば、複数の立体構造体を備えた立体構造素子であって、立体構造体の形状にばらつきを生じさせることなく一様に形成することのできる構成を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態の有効領域 2 0、ダミー領域 2 1、非有効領域 2 2 を備える立体構造素子の上面形状を示す説明図である。

【図 2】 (a) 図 1 の立体構造素子の有効領域 2 0 に配置される立体構造体 1 の上面形状を示す上面図である。(b) 図 1 の立体構造素子のダミー領域 2 1 に配置されるダミー構造体 3 3 の上面形状を示す上面図である。

【図 3】 図 2 (a) の立体構造素子の A - A 断面図である。

【図 4】 (a) 図 1 の立体構造素子と光導波路基板 1 9 0 とを重ねて構成した光スイッチの形状を示す断面図である。(b) 図 1 の立体構造素子と光導波路基板 1 9 0 とを重ねて構成した光スイッチにおいて、立体構造体 1 の反射鏡 2 をロー

レンツ力により、下に引き下げた状態の光スイッチの形状を示す断面図である。

【図 5】 図 4 の光スイッチの光導波路基板 190 の一部形状を示す斜視図である。

。

【図 6】 (a) ~ (f) 図 1 の立体構造素子の製造工程を説明する断面図である。

。

【図 7】 (a) 図 1 の立体構造素子が 2 つ連続している状態の上面形状を示す説明図である。(b) 図 1 の立体構造素子が 2 つ連続している状態の断面形状と、アッシング工程における各部の温度分布を示す説明図である。

【図 8】 (a) 本発明の一実施の形態の立体構造素子において、ダミー構造体として別の形状のダミー構造体 34 を用いた場合の、有効領域 20 とダミー領域 21 の上面構成を示す説明図である。(b) ダミー構造体 34 の上面形状を示す説明図である。

【図 9】 本発明の一実施の形態の立体構造素子において、ダミー構造体として別の形状のダミー構造体 35 を用いた場合の、有効領域 20 とダミー領域 21 の上面構成を示す説明図である。

【図 10】 (a) 比較例としてダミー領域を備えない立体構造素子が 2 つ連続している状態の上面形状を示す説明図である。(b) 比較例の立体構造素子が 2 つ連続している状態の断面形状と、アッシング工程における各部の温度分布を示す説明図である。

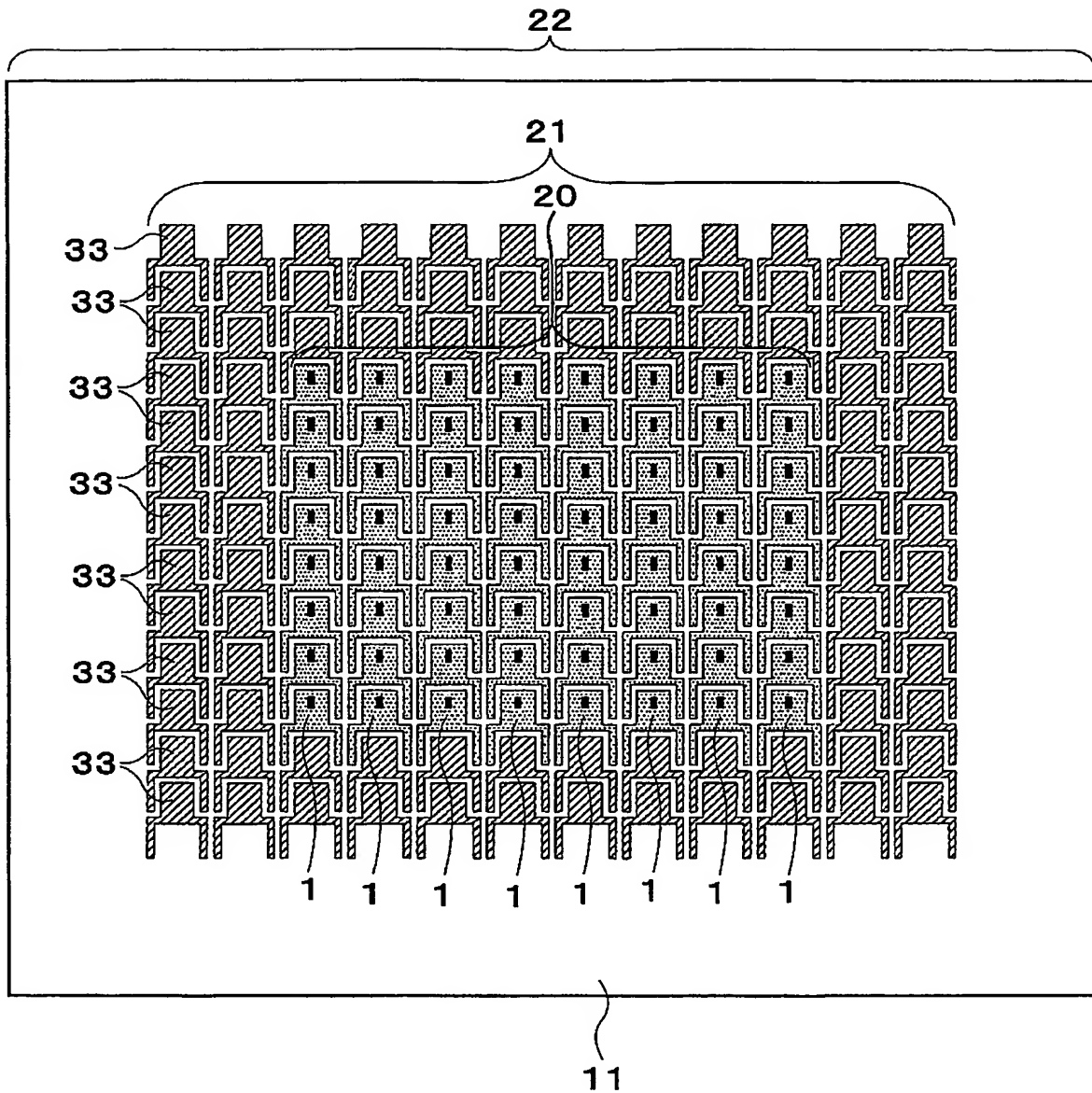
【符号の説明】

1…立体構造体、2…反射鏡、13…変位部、11…基板、16…配線パターン層、20…有効領域、21…ダミー領域、22…非有効領域、33…ダミー構造体、34…ダミー構造体、35…支柱、36…ダミー構造体、52…脚部、58…配線パターン層、59…段差部、61…基部、62…先端部、63…接続部、71…SiN膜、72…Al膜、73…Al膜、80…犠牲層、81…犠牲層、82…犠牲層、158…段差部、190…光導波路基板、196…溝部、193…光導波路、194…光導波路。

【書類名】 図面

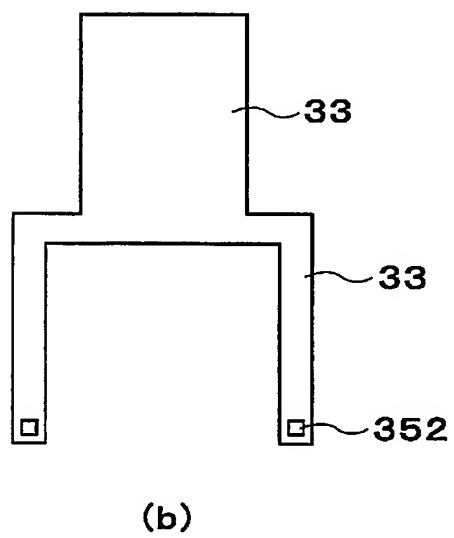
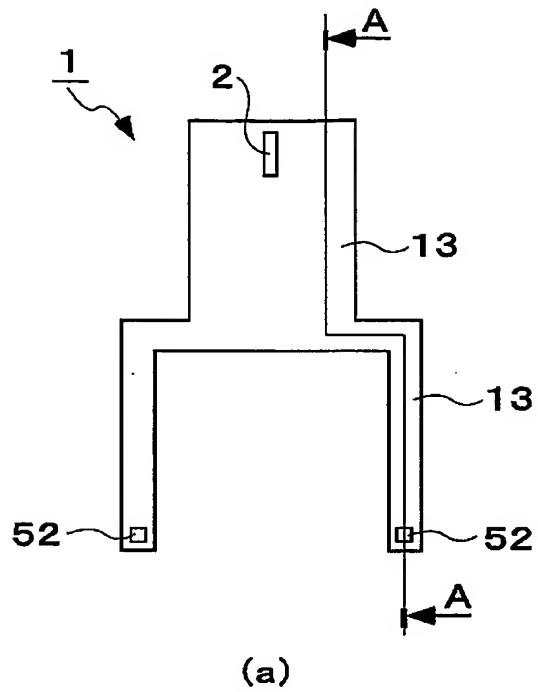
【図 1】

図 1



【図2】

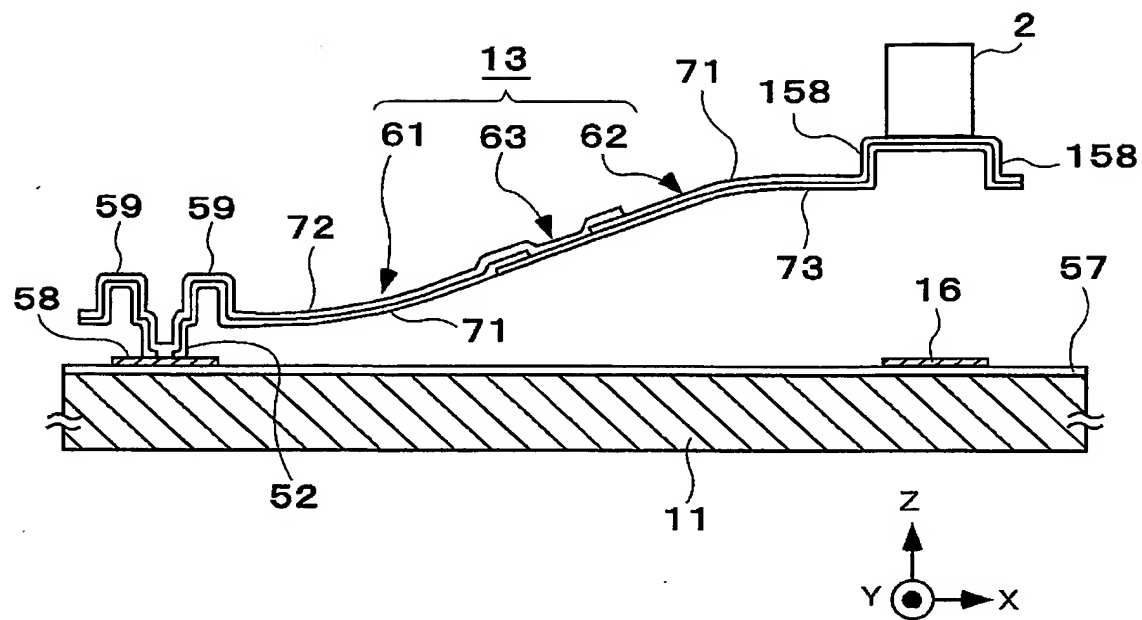
図2



【図 3】

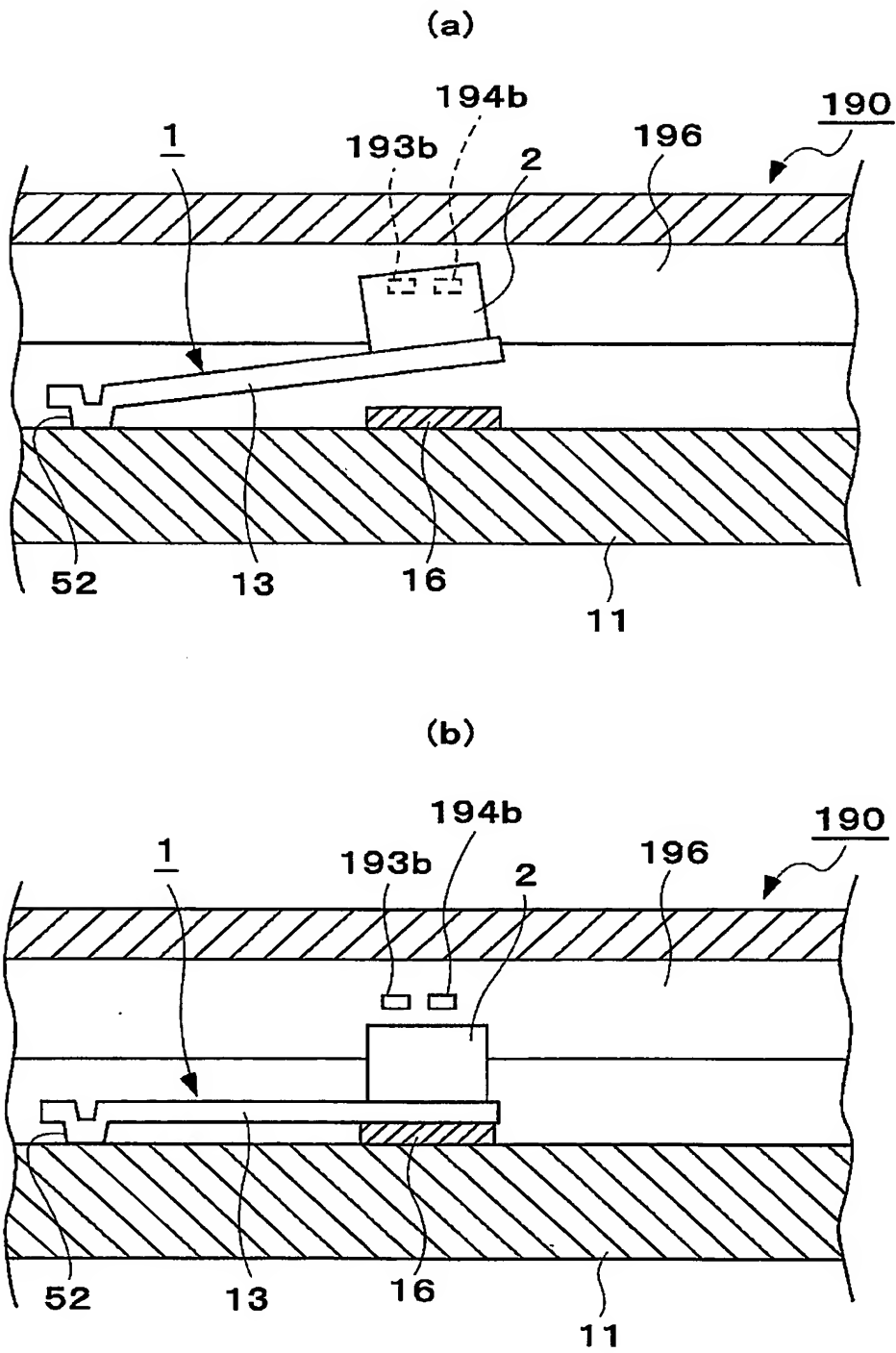
图3

A-A断面図



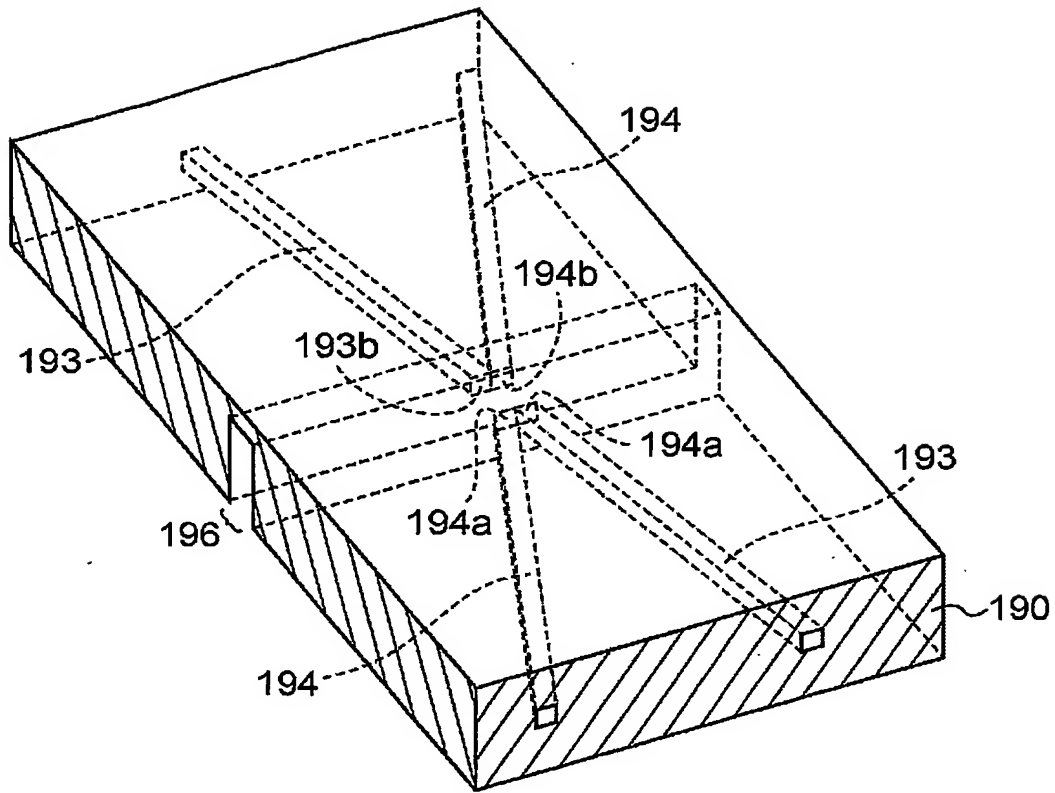
【図 4】

図 4



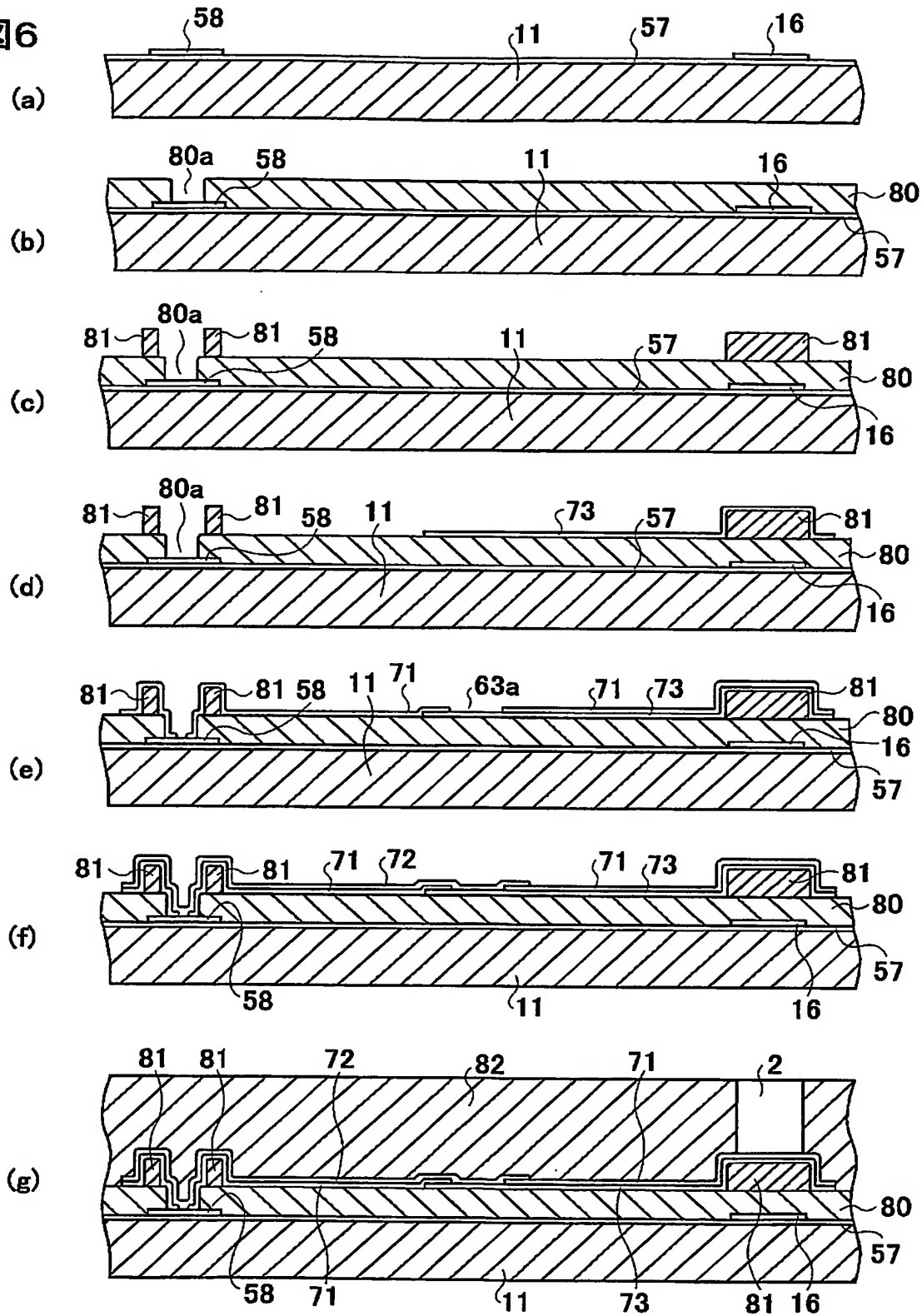
【図 5】

図5



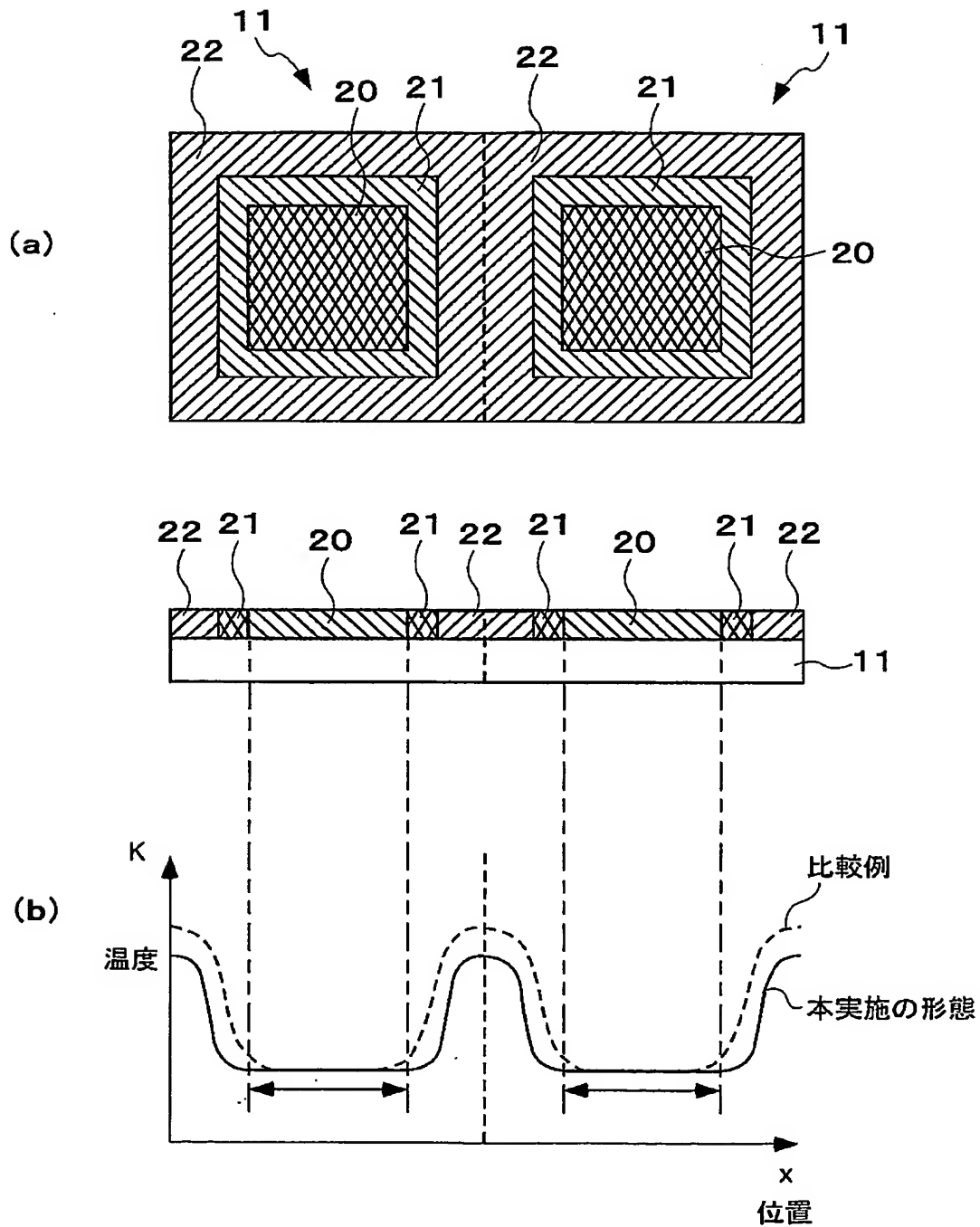
【図 6】

図 6



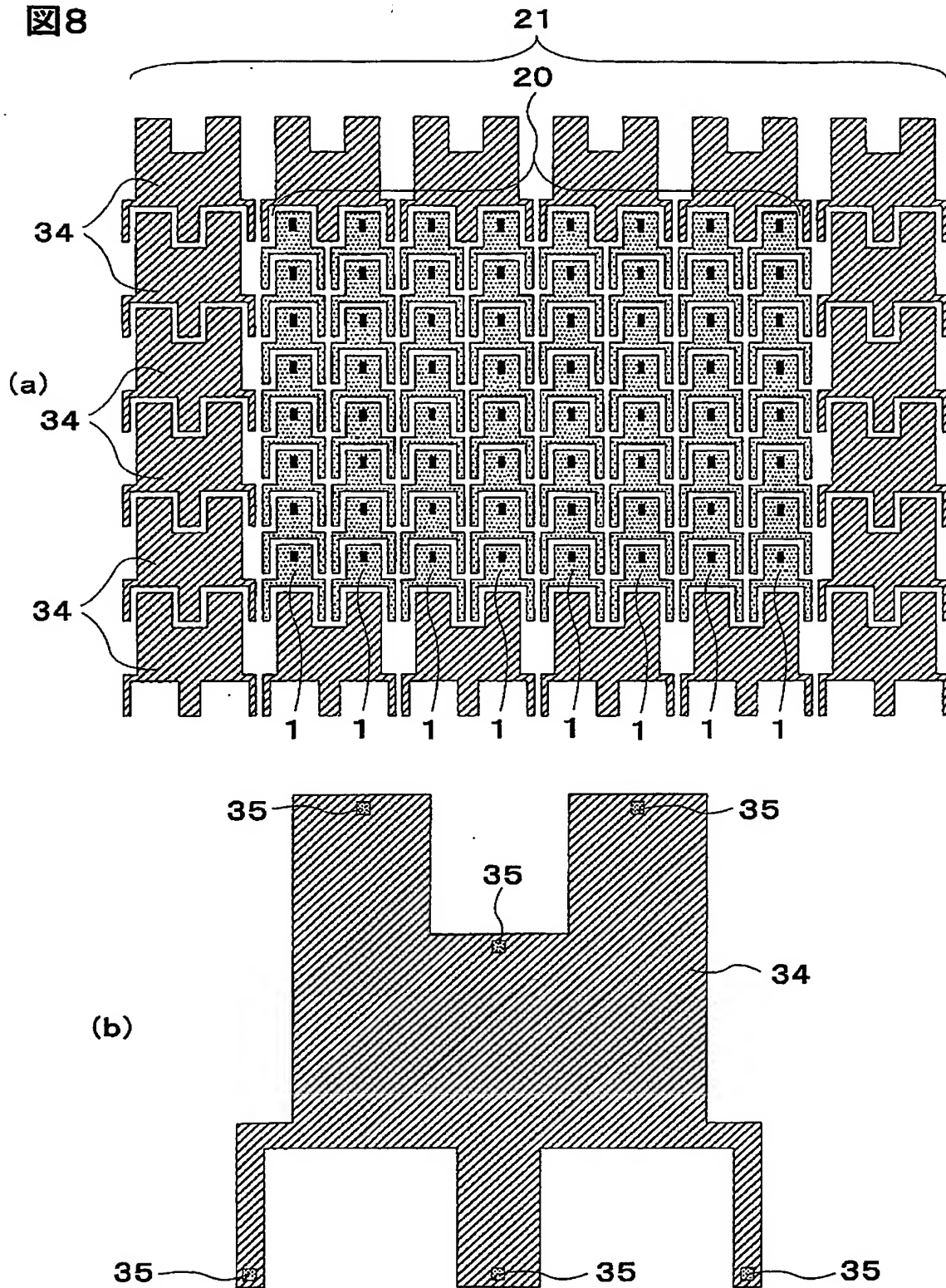
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



【図 9】

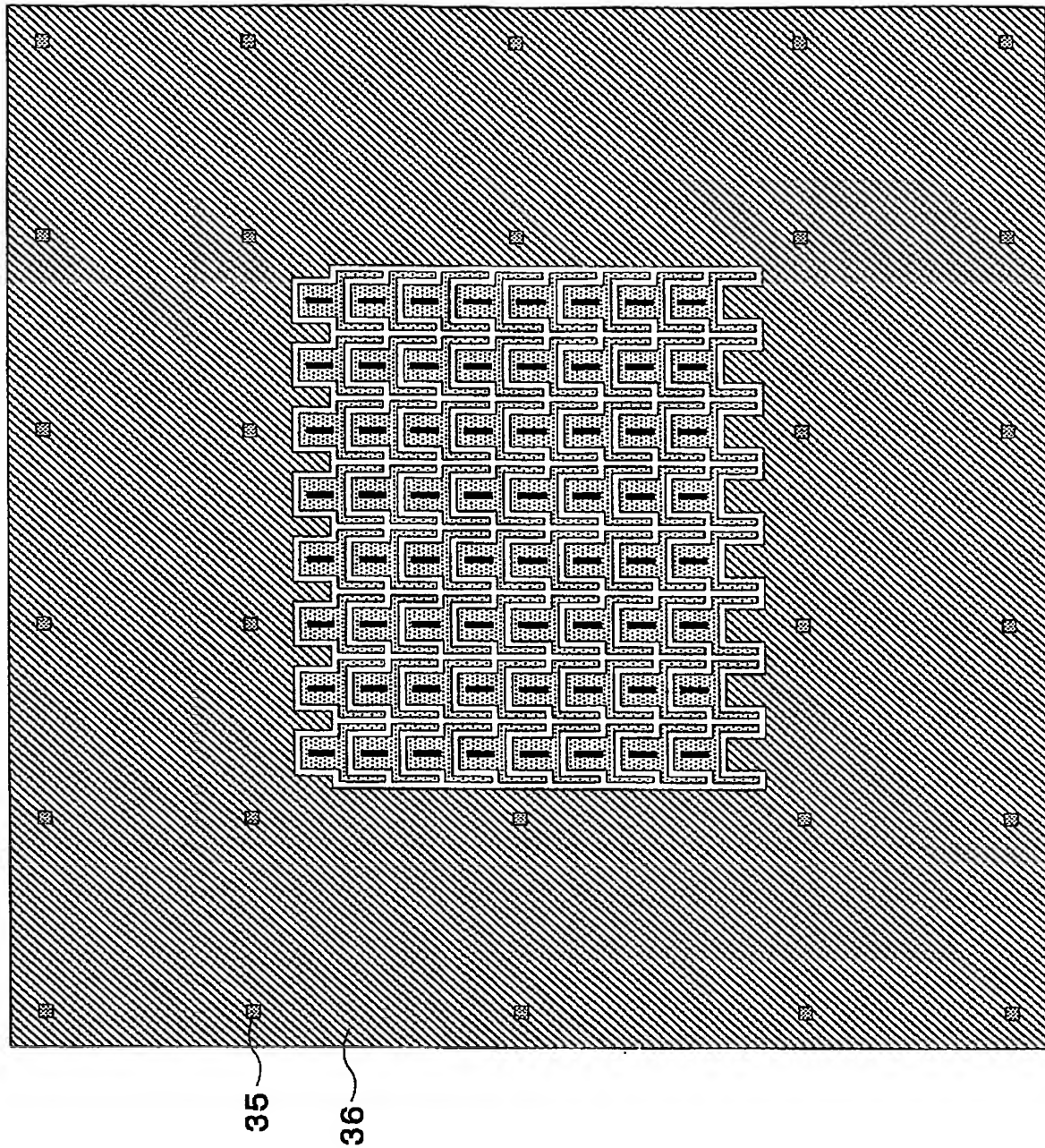
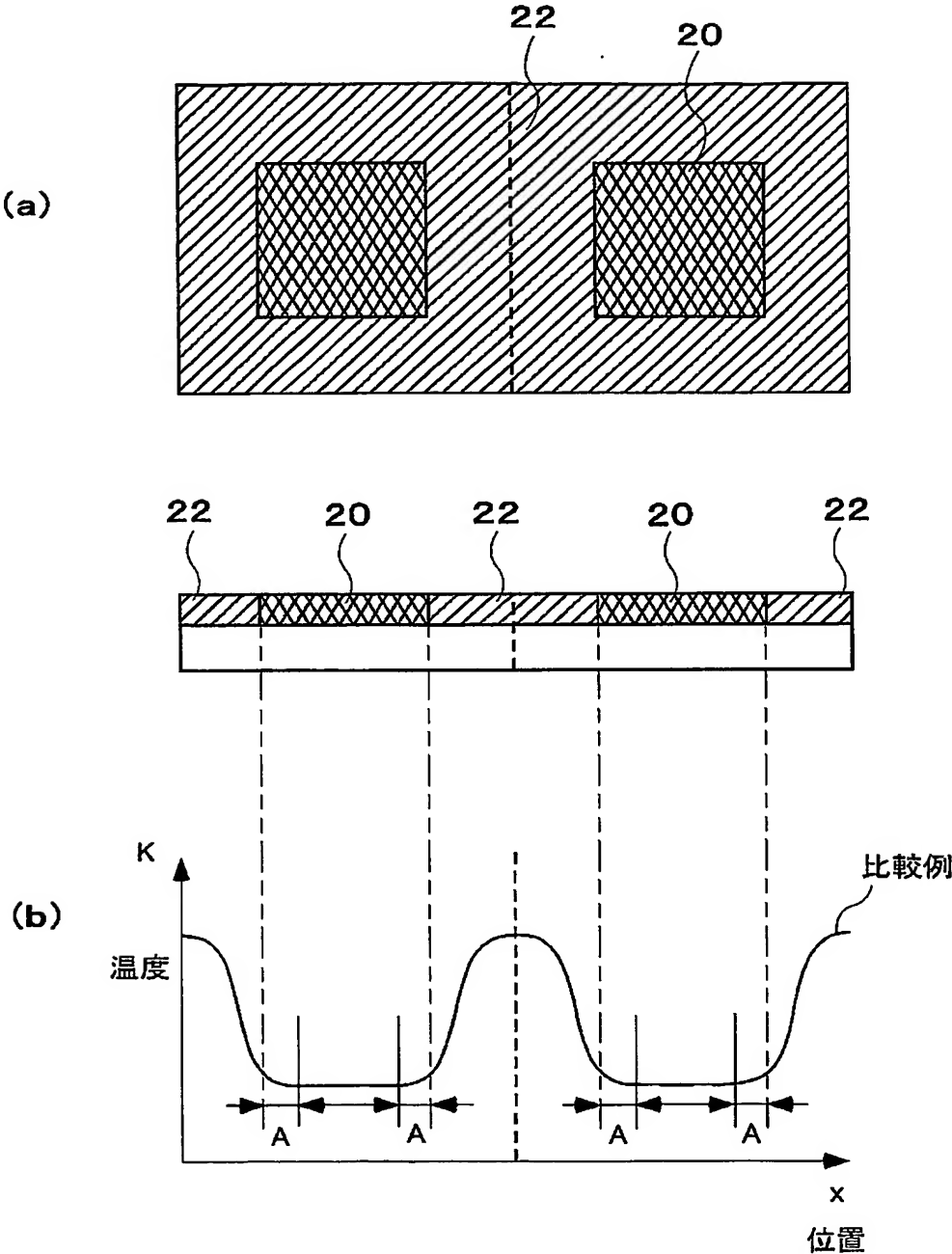


図 9

【図10】

図10



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 複数の立体構造体を備えた立体構造素子であって、立体構造体の形状にばらつきを生じさせることなく一様に形成することのできる構成を提供する。

【解決手段】 基板 11 と、基板 11 上の予め定めた有効領域 20 に配置された立体構造体 1 とを有する。この立体構造体 1 は、基板 11 との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を備える。基板 11 には、有効領域 20 を取り囲むようにダミー領域 21 が設けられ、ダミー領域 21 には、ダミー構造体 33 が配置されている。ダミー構造体 33 は、基板 11 との間に、犠牲層を除去することにより形成された空間部を有する。このような構成であるため、犠牲層を除去するアッシング工程時に、ダミー領域 21 は、有効領域 20 と同じ程度の温度までしか上昇せず、有効領域 20 に温度分布が生じるのを防ぐ。

【選択図】 図 1

希望 2002-224530

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004112]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名

株式会社ニコン

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.